

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/001229

International filing date: 28 January 2005 (28.01.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-023547  
Filing date: 30 January 2004 (30.01.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 24 March 2005 (24.03.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

31. 1. 2005

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 4 年   1 月 3 0 日  
Date of Application:

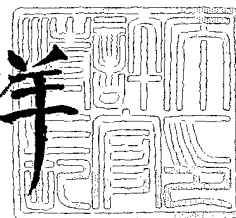
出 願 番 号            特 願 2 0 0 4 - 0 2 3 5 4 7  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 4 - 0 2 3 5 4 7 ]

出      願      人            株式会社東芝  
Applicant(s):

2 0 0 5 年   3 月   9 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川 洋



【書類名】 特許願  
【整理番号】 DTA03-052  
【提出日】 平成16年 1月30日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 B01D 53/62  
【発明者】  
    【住所又は居所】 神奈川県横浜市鶴見区末広町 2 丁目 4 番地 株式会社東芝 京浜  
                                事業所内  
    【氏名】 森山 英重  
【発明者】  
    【住所又は居所】 神奈川県横浜市鶴見区末広町 2 丁目 4 番地 株式会社東芝 京浜  
                                事業所内  
    【氏名】 松永 健太郎  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000003078  
    【氏名又は名称】 株式会社東芝  
【代理人】  
    【識別番号】 100077849  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 須山 佐一  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 014395  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

排ガス導入口、アルカリ溶液導入口、残り排ガス排出口およびアルカリ溶液排出口を備え、導入された排ガスとアルカリ溶液とを気液接触させて該アルカリ溶液に該排ガス中の二酸化炭素を吸収させ、反応生成物である不溶性化合物を生成する二酸化炭素吸収塔と、

前記二酸化炭素吸収塔のアルカリ溶液排出口から排出されるアルカリ溶液を前記アルカリ溶液導入口に還流させるアルカリ溶液還流ラインと、

前記アルカリ溶液還流ライン内に介挿され、または前記アルカリ溶液還流ラインから分岐する配管で接続され、前記アルカリ溶液に含まれる不溶性化合物を捕集する捕集槽とを具備することを特徴とする排ガス中の二酸化炭素の回収システム。

**【請求項 2】**

前記排ガス中の二酸化炭素の回収システムが、

前記アルカリ溶液の水素イオン指数を測定する水素イオン指数測定器と、

前記水素イオン指数測定器で測定された水素イオン指数に基づいて、前記アルカリ溶液還流ラインを制御する制御手段と

をさらに具備することを特徴とする請求項 1 記載の排ガス中の二酸化炭素の回収システム。

**【請求項 3】**

前記アルカリ溶液が、水酸化ナトリウムまたは炭酸ナトリウムのアルカリ物質を水に溶解して生成され、前記アルカリ溶液に溶解している前記アルカリ物質の重量濃度が、炭酸ナトリウムで換算した場合に 9～22%であることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の排ガス中の二酸化炭素の回収システム。

**【請求項 4】**

前記排ガス中の二酸化炭素の回収システムが、

前記不溶性化合物が供給され、該不溶性化合物を加熱して二酸化炭素を放出させ、該不溶性化合物から前記アルカリ物質を再生させる再生塔をさらに具備することを特徴とする請求項 1 記載乃至 3 記載のいずれか 1 項記載の排ガス中の二酸化炭素の回収システム。

**【請求項 5】**

前記二酸化炭素吸収塔における前記アルカリ溶液の温度が、40～65℃であることを特徴とする請求項 1 乃至 4 記載のいずれか 1 項記載の排ガス中の二酸化炭素の回収システム。

**【請求項 6】**

前記不溶性化合物が、炭酸水素ナトリウムであることを特徴とする請求項 1 乃至 5 記載のいずれか 1 項記載の排ガス中の二酸化炭素の回収システム。

**【請求項 7】**

排ガスとアルカリ溶液と気液接触させて、該アルカリ溶液に該排ガス中の二酸化炭素を吸収させ、反応生成物である不溶性化合物を生成する吸収工程と、

前記アルカリ溶液に含まれる不溶性化合物を捕集する捕集工程と、

前記アルカリ溶液を排ガスに繰り返し気液接触させる循環工程と

を具備することを特徴とする排ガス中の二酸化炭素の回収方法。

**【請求項 8】**

前記排ガス中二酸化炭素の回収方法が、

前記不溶性化合物を加熱して二酸化炭素を放出させ、該不溶性化合物から前記アルカリ物質を再生させる再生工程をさらに具備することを特徴とする請求項 7 記載の排ガス中の二酸化炭素の回収方法。

**【請求項 9】**

前記吸収工程、前記捕集工程、前記循環工程、および前記再生工程が順次に繰り返されることを特徴とする請求項 8 記載の排ガス中の二酸化炭素の回収方法。

**【請求項 10】**

前記吸収工程における前記アルカリ溶液の温度が、40～65℃であることを特徴とす

る請求項 7 乃至 9 記載のいずれか 1 項記載の排ガス中の二酸化炭素の回収方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】排ガス中の二酸化炭素の回収システムおよび回収方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、火力発電所や都市ごみ焼却場などから排出される排ガス中に含まれる二酸化炭素を回収する二酸化炭素回収システムに係り、特に、アルカリ溶液によって二酸化炭素を回収することができる排ガス中の二酸化炭素の回収システムおよび回収方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、化石燃料の燃焼生成物である二酸化炭素の温室効果による地球温暖化の問題が大きくなっている。気候変動に関する国際連合枠組条約の京都議定書において、我が国の温室効果ガス排出削減の達成目標は、1990年の比率マイナス6%を2008～2012年の間に達成することであるが、すでに2000年時点で8%増加しており、目標を達成するためには、全力を尽くしていかなければならない状況に追い込まれている。

【0003】

このような背景の中、火力発電所や都市ごみ焼却場などから排出される排ガス中に含まれる二酸化炭素の吸収液として、例えば、アルカリ物質であるアミン化合物の水溶液を用いることにより、二酸化炭素を回収するシステムが提案されている（例えば、特許文献1参照）。また、例えば、アルカリ物質である炭酸カリウムの水溶液を用いることにより、二酸化炭素および硫黄酸化物を同時に回収するシステムが提案されている（例えば、特許文献2参照）。

【0004】

アルカリ溶液としてアミン水溶液を用い、二酸化炭素を回収する従来の二酸化炭素回収システム200を図4に示す。

【0005】

図4に示された従来の二酸化炭素回収システム200では、化石燃料を燃焼して排出された排ガス201は、ガス冷却塔202に導入され、そのガス冷却塔202において冷却されて、吸収塔203に導かれる。吸収塔203の上部には、アルカリ溶液204が供給され、この供給されたアルカリ溶液204は、導入された排ガス201と接触して、排ガス201中の二酸化炭素を吸収する。

【0006】

二酸化炭素を吸収したアルカリ溶液204は、吸収塔203の下部から再生塔206に導かれる。一方、二酸化炭素が吸収されて残った排ガス201は、吸収塔203の上部から大気へ放出される。この際、二酸化炭素とアミン化合物との反応は発熱反応であるため、吸収塔203内において、アルカリ溶液204の一部が蒸発する。その蒸発した気体にはアミン化合物が含まれるので、そのアミン化合物が、二酸化炭素が吸収された排ガス201とともに外部に流出するのを防ぐために、吸収塔203の上部に水洗部205を設け、二酸化炭素が吸収された排ガス201と洗浄水とを気液接触させることにより、アミン化合物を洗浄水に吸収し回収していた。

【0007】

再生塔206では、二酸化炭素を吸収したアルカリ溶液204が加熱されて、吸収した二酸化炭素が取り出され、アルカリ溶液204が再生される。再生されたアルカリ溶液204は、再度、吸収塔203へ導かれる。一方、アルカリ溶液204から取り出された二酸化炭素は、二酸化炭素回収部によって回収される。

【0008】

このように構成された従来の二酸化炭素回収システムでは、吸収塔203と再生塔206の間にアルカリ溶液204の還流ラインが設けられ、再生塔206において発電用ボイラのスチームなどを用いて、アルカリ溶液204を瞬時に所定温度まで加熱して再生し、再生したアルカリ溶液204を吸収塔203に戻していた。

【0009】

炭酸カリウム水をアルカリ溶液として用いた従来の二酸化炭素回収システムでは、炭酸カリウム水中を二酸化炭素分子および水酸イオンがそれぞれ拡散しお互いが結合する。

#### 【0010】

このように構成された従来の二酸化炭素回収システムでは、炭酸カリウム水の重量濃度を33%以上に高くすると、炭酸カリウム水の粘度が高くなり、二酸化炭素分子および水酸イオンの拡散が遅くなるため、排ガス中からの二酸化炭素の回収率が十分に高くならなかった。

【特許文献1】特開2002-126439号公報

【特許文献2】特開平4-346816号公報

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0011】

上述した従来の二酸化炭素回収システムにおいては、再生塔でアルカリ溶液を瞬時に所定温度まで加熱するために、発電用ボイラのスチームを多量に使用するという問題があった。また、高濃度の炭酸カリウム水を用いると、排ガス中からの二酸化炭素の回収率が十分に高くないという問題があった。

#### 【0012】

そこで、本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、発電用ボイラのスチームを多量に用いずに、二酸化炭素を吸収したアルカリ溶液から二酸化炭素を取り出すことができ、排ガス中からの二酸化炭素の回収率を高くすることができる排ガス中の二酸化炭素の回収システムおよび回収方法を提供することとする。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0013】

上記目的を達成するために、本発明の排ガス中二酸化炭素の回収システムは、排ガス導入口、アルカリ溶液導入口、残り排ガス排出口およびアルカリ溶液排出口を備え、導入された排ガスとアルカリ溶液とを気液接触させて該アルカリ溶液に該排ガス中の二酸化炭素を吸収させ、反応生成物である不溶性化合物を生成する二酸化炭素吸収塔と、前記二酸化炭素吸収塔のアルカリ溶液排出口から排出されるアルカリ溶液を前記アルカリ溶液導入口に還流させるアルカリ溶液還流ラインと、前記アルカリ溶液還流ライン内に介挿され、または前記アルカリ溶液還流ラインから分岐する配管で接続され、前記アルカリ溶液に含まれる不溶性化合物を捕集する捕集槽とを具備することを特徴とする。

#### 【0014】

この排ガス中の二酸化炭素の回収システムによれば、二酸化炭素吸収塔内においてアルカリ溶液に排ガス中の二酸化炭素が吸収されて生成された反応生成物である不溶性化合物は、アルカリ溶液とともにアルカリ溶液還流ラインを流れ捕集槽に達する。不溶性化合物は、比重がアルカリ溶液よりも大きいので、不溶性化合物は捕集槽の下部に沈殿し、捕集槽においてその沈殿した不溶性化合物を捕集することができる。また、不溶性化合物の生成に寄与しなかった捕集槽の特に上部にあるアルカリ溶液は、再度、アルカリ溶液還流ラインによりアルカリ溶液導入口に還流される。

#### 【0015】

また、ここで用いられるアルカリ溶液は、水酸化ナトリウムまたは炭酸ナトリウムのアルカリ物質を水に溶解して生成され、このアルカリ溶液に溶解しているアルカリ物質の重量濃度が、炭酸ナトリウムで換算した場合に9～22%であることを特徴とする。

#### 【0016】

また、不溶性化合物からアルカリ物質を再生させる再生塔を具備する場合には、捕集槽において捕集され、再生塔に不溶性化合物とともに送られるアルカリ溶液は少量であるため、多量の水分と一緒に加熱する場合に比べて、熱エネルギー消費量を抑えることができ、加熱源として発電用ボイラのスチームでなく排ガスなどの廃熱を利用することができる。

#### 【0017】

アルカリ溶液に溶解するアルカリ物質の重量濃度が、炭酸ナトリウムで換算した場合に

9～22%である場合に、高濃度の炭酸カリウム水を用いた場合と比較して、二酸化炭素の回収率を高めることができる。

#### 【0018】

本発明の排ガス中二酸化炭素の回収方法は、排ガスとアルカリ溶液と気液接触させて、該アルカリ溶液に該排ガス中の二酸化炭素を吸収させ、反応生成物である不溶性化合物を生成する吸収工程と、前記アルカリ溶液に含まれる不溶性化合物を捕集する捕集工程と、前記アルカリ溶液を排ガスに繰り返し気液接触させる循環工程とを具備することを特徴とする。

#### 【0019】

吸収工程においてアルカリ溶液に排ガス中の二酸化炭素が吸収されて生成された反応生成物である不溶性化合物は、捕集工程において比重がアルカリ溶液よりも大きいため、不溶性化合物は捕集槽の下部に沈殿する。これによって、捕集工程においてその沈殿した不溶性化合物を捕集することができる。また、不溶性化合物の生成に寄与しなかったアルカリ溶液は、再度、循環工程によって排ガスに気液接触させられる。

#### 【0020】

また、不溶性化合物からアルカリ物質を再生させる再生工程を具備する場合には、捕集工程において捕集され、再生工程に不溶性化合物とともに送られるアルカリ溶液は少量であるため、多量の水分と一緒に加熱する場合に比べて、熱エネルギー消費量を抑えることができ、加熱源として発電用ボイラのスチームでなく排ガスなどの廃熱を利用することができる。

#### 【発明の効果】

#### 【0021】

本発明の排ガス中の二酸化炭素の回収システムおよび回収方法によれば、発電用ボイラのスチームを多量に用いずに、二酸化炭素を吸収したアルカリ溶液から二酸化炭素を取り出すことができ、排ガス中からの二酸化炭素の回収率を高くすることができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0022】

以下、本発明の一実施の形態について図面を参照して説明する。

#### 【0023】

(第1の実施の形態)

図1は、本発明の第1の実施の形態の二酸化炭素回収システム1の概要を示したものである。

#### 【0024】

本発明の第1の実施の形態の二酸化炭素回収システム1は、主として吸収塔10、捕集槽11、制御部12から構成されている。なお、図1において、制御部12は、後述する各ポンプ、各バルブ、水素イオン指数測定器として機能するペーハー計と電氣的に接続されているが、図の明記のため接続線を省略する。

#### 【0025】

吸収塔10の下部には、火力発電所や都市ごみ焼却場などから排出された二酸化炭素を含む排ガス114を吸収塔10内に導くための排ガス供給部115が設けられている。また、吸収塔10の内部には、排ガス供給部115から導入された排ガス114から二酸化炭素を吸収する吸収部100が設けられている。さらに、吸収塔10の上部には、吸収部100を通過することで、二酸化炭素が吸収された排ガス114を大気中に排気するための排気口117が設けられている。

#### 【0026】

吸収部100には、捕集槽11からポンプ153bによって供給されるアルカリ溶液116を噴出するアルカリ溶液噴出部101と、アルカリ溶液噴出部101から噴出されたアルカリ溶液116と吸収塔10に導入された排ガス114とを主として気液接触させる充填材102と、充填材102から落下する、アルカリ溶液116に排ガス中の二酸化炭素が吸収されて生成された反応生成物である不溶性化合物を含むアルカリ溶液116を貯



留するアルカリ溶液貯留部 103 とが設置されている。

【0027】

アルカリ溶液噴出部 101 から噴出されるアルカリ溶液 116 は、均一に噴出されることが好ましく、例えば、アルカリ溶液噴出部 101 に、所定の噴霧粒径および噴霧パターンが得られる噴霧ノズルなどを用いてもよい。

【0028】

ここで、充填材 102 は、例えば、多孔構造、ハニカム構造などを有するもので構成され、吸収部 100 を通過するアルカリ溶液 116 をかく乱する作用を有するものであればよい。また、吸収部 100 において、排ガス 114 とアルカリ溶液 116 との気液接触を効率よく行える構造ならば、充填材 102 を設置することなく構成してもよい。

【0029】

また、アルカリ溶液貯留部 103 は、ポンプ 153a を備え、アルカリ溶液還流ラインとして機能する循環用配管 154a を介して捕集槽 11 と接続されている。ポンプ 153a は、制御部 12 と電氣的に接続され、制御部 12 からの信号に基づいて、アルカリ溶液貯留部 103 から捕集槽 11 に供給するアルカリ溶液 116 の流量を調整する。

【0030】

捕集槽 11 は、アルカリ溶液貯留部 103 からのアルカリ溶液 116 が供給される複数に分割された分割槽 150、151、152 から構成される。アルカリ溶液貯留部 103 に一端が接続された循環用配管 154a の他端は、分割槽 150、151、152 に対応して複数に分岐され、各分割槽 150、151、152 内に設置される。また、分岐された循環用配管 154a には、バルブ 155 が備えられている。バルブ 155 は、制御部 12 と電氣的に接続され、制御部 12 からの信号に基づいて、各分割槽 150、151、152 に対するアルカリ溶液 116 の供給の切替えを行う。

【0031】

また、各分割槽 150、151、152 には、バルブ 155 を備え、各分割槽 150、151、152 に対応して一端が分岐され、アルカリ溶液還流ラインとして機能する循環用配管 154b が設置されている。この分岐された循環用配管 154b の一端は、各分割槽 150、151、152 の内部の比較的上部に位置するように設置されている。これによって、各分割槽 150、151、152 からアルカリ溶液 116 を循環させる場合に、各分割槽 150、151、152 の底部に沈殿する不溶性化合物を吸い上げることを防止することができる。

【0032】

また、循環用配管 154b の他端は、アルカリ溶液噴出部 101 に接続されている。また、循環用配管 154b には、ポンプ 153b が備えられ、ポンプ 153b は、制御部 12 と電氣的に接続され、制御部 12 からの信号に基づいて、各分割槽 150、151、152 からアルカリ溶液噴出部 101 に供給するアルカリ溶液 116 の流量を調整する。

【0033】

また、各分割槽 150、151、152 には、アルカリ溶液補給部 156 から供給されるアルカリ溶液 116 を導くためのポンプ 158 を備えたアルカリ溶液注入配管 157 が設置されている。ポンプ 158 は、制御部 12 と電氣的に接続され、制御部 12 からの信号に基づいて、各分割槽 150、151、152 に供給するアルカリ溶液の流量を調整する。また、各アルカリ溶液注入配管 157 には、バルブ 155 が備えられ、バルブ 155 は、制御部 12 と電氣的に接続され、制御部 12 からの信号に基づいて、各分割槽 150、151、152 に供給するアルカリ溶液 116 の流量の調整を行う。

【0034】

さらに、各分割槽 150、151、152 には、アルカリ溶液 116 の水素イオン指数 pH を計測するペーハー計 159 に、アルカリ溶液 116 を導くための計測用配管 159a が設置され、各計測用配管 159a には、バルブ 155 が備えられている。このペーハー計 159 は、制御部 12 と電氣的に接続され、測定結果に基づく信号を制御部 12 に出力する。

**【0035】**

アルカリ溶液 116 は、アルカリ物質である炭酸ナトリウムあるいは水酸化ナトリウムを水に溶かしたものである。アルカリ物質として炭酸ナトリウムを用いる場合、水 100 g 当たり 10～28 g の炭酸ナトリウムを溶かして重量濃度を 9～22 % に調整する。その炭酸ナトリウムは、例えば、石炭灰、都市ごみ焼却灰、下水汚泥焼却灰、バイオマス焼却灰などから採取した不純物入り炭酸ナトリウムでもよい。また、炭酸ナトリウムは、例えば、砂漠などのアルカリ成分を含む土壌から採取した不純物入り炭酸ナトリウムでもよい。さらに、炭酸ナトリウムは、例えば、アルカリ湖の湖水から天日塩田方式で採集した不純物入り炭酸ナトリウムでもよい。ただし、不純物の重量は、炭酸ナトリウムの重量濃度 (9～22 %) に加味しない。

**【0036】**

化学当量 40 の水酸化ナトリウムをアルカリ物質として用いる場合、水 100 g 当たり 8～21 g の水酸化ナトリウムを溶かして、化学当量 53 の炭酸ナトリウムに換算した場合の重量濃度を 9～22 % に調整する。その水酸化ナトリウムは、例えば、イオン交換膜による海水の淡水化で生じたものでもよい。

**【0037】**

炭酸ナトリウムと水酸化ナトリウムの混合物をアルカリ物質として用いる場合、炭酸ナトリウムに換算した場合の重量濃度を 9～22 % に調整する。

**【0038】**

吸収塔 10 の中では、アルカリ溶液 116 の温度が 40～65℃ に設定されている。ここで、吸収塔 10 中におけるアルカリ溶液 116 の温度をこの範囲に設定したのは、40℃ 未満では、二酸化炭素のアルカリ溶液 116 への吸収が遅く、65℃ を超えるとアルカリ溶液 116 に溶解している炭酸水素ナトリウムあるいは析出した炭酸水素ナトリウムが二酸化炭素を放出し始めるからである。

**【0039】**

また、捕集槽 11 の中では、アルカリ溶液 116 の温度が 40～60℃ に設定されている。ここで、捕集槽 11 中におけるアルカリ溶液 116 の温度をこの範囲に設定したのは、40℃ 未満に冷えるとアルカリ溶液 116 中の炭酸水素ナトリウムが捕集槽 11 の壁面に貼りつくように析出するためである。また、65℃ を超えるとアルカリ溶液 116 に溶解している炭酸水素ナトリウムあるいは析出した炭酸水素ナトリウムが二酸化炭素を放出し始めるので、捕集槽 11 中におけるアルカリ溶液 116 の温度の上限を 60℃ とした。

**【0040】**

なお、アルカリ溶液 116 の加熱は、例えば、循環用配管 154 a や循環用配管 154 b を発電用のボイラの排ガスの排熱などを利用して加熱することで行うことができる。なお、アルカリ溶液 116 の加熱方法は、これに限られるものではなく、例えば、捕集槽 11 中に熱交換器を設け、発電用のボイラの排ガスの排熱などを利用して加熱してもよい。また、加熱源としてシステムの熱効率を考慮すると、発電用のボイラの排ガスの排熱などを利用することが好ましいが、ヒータなどを加熱源として利用してもよい。

**【0041】**

次に、二酸化炭素回収システム 1 の作用について説明する。

**【0042】**

火力発電所や都市ごみ焼却場などから排出された排ガス 114 は、脱硫処理が施されないまま、排ガス供給部 115 から吸収塔 10 内に供給される。吸収塔 10 内に排ガス 114 が供給されると、捕集槽 11 に収容されたアルカリ溶液 116 がアルカリ溶液噴出部 101 から噴出される。アルカリ溶液噴出部 101 から噴出されるアルカリ溶液 116 の流量は、制御部 12 からの信号に基づいて制御されるポンプ 153 b によって調整される。

**【0043】**

アルカリ溶液噴出部 101 から噴出されたアルカリ溶液 116 は、充填材 102 を伝わって流れ落ちながら、充填材 102 中を下方から上方に流れる排ガス 114 と気液接触し、排ガス 114 に含まれる二酸化炭素および硫黄酸化物を吸収する。そして、二酸化炭素

を吸収し、排ガス中の二酸化炭素が吸収されて生成された反応生成物である不溶性化合物（炭酸水素ナトリウム）を含んだアルカリ溶液 116 は、アルカリ溶液貯留部 103 に流れ落ち貯留される。また、一部の二酸化炭素は吸収されないまま排気口 117 より大気に放出される。

【0044】

アルカリ溶液貯留部 103 に貯留された不溶性化合物を含んだアルカリ溶液 116 は、ポンプ 153 a によって循環用配管 154 a に導かれ、捕集槽 11 を構成する 1 つの分割槽 150 に供給される。この時には、アルカリ溶液 116 が供給された分割槽 150 に対応するバルブ 155 以外のバルブ 155 は閉じられている。

【0045】

分割槽 150 に不溶性化合物を含んだアルカリ溶液 116 が供給されると、不溶性化合物は、比重がアルカリ溶液よりも大きいため、不溶性化合物は捕集槽の下部に沈殿する。

【0046】

そして、分割槽 150 に設置されている計測用配管 159 a のバルブ 155 が開き、アルカリ溶液 116 の一部がペーハー計 159 に導かれる。ペーハー計 159 は、導かれたアルカリ溶液 116 の水素イオン指数 pH を検知し、その検知値に対応する信号を制御部 12 に出力する。

【0047】

制御部 12 では、ペーハー計 159 からの信号に基づき、分割槽 150 内のアルカリ溶液 116 の pH 値が 8 ~ 10 の範囲にあるか否かを判定する。なお、排ガス 114 に含まれる二酸化炭素を吸収することによりアルカリ溶液 116 は、炭酸水素ナトリウムを含む水溶液となり、pH 値が 12 以上であったものが 11 程度まで徐々に減少し、さらに 9 以下まで急激に低下する。

【0048】

制御部 12 において、アルカリ溶液 116 の pH 値が 8 ~ 10 よりも大きいと判定された場合には、さらに、分割槽 150 に導かれ、不溶性化合物の生成に寄与しなかったアルカリ溶液 116 は、アルカリ溶液噴出部 101 に導かれ、アルカリ溶液噴出部 101 から噴出され、上記した動作を繰り返す。この際、循環用配管 154 b に備えられたバルブ 155 は、分割槽 150 に対応するもの以外は閉じられている。

【0049】

一方、制御部 12 において、アルカリ溶液 116 の pH 値が 8 ~ 10 の範囲にあると判定された場合には、制御部 12 は、分割槽 150 に対応する循環用配管 154 a に設けられたバルブ 155 を閉じる制御を行う。そして、分割槽 150 の底部に捕集された不溶性化合物の炭酸水素ナトリウムは、分割槽 150 の外部に取り出される。不溶性化合物が取り出された後、制御部 12 は、分割槽 150 に対応するアルカリ溶液補給部 156 のバルブ 155 を開く制御およびポンプ 158 を作動させる制御を行う。そして、分割槽 150 にはアルカリ溶液 116 が補給される。

【0050】

分割槽 150 に貯留されるアルカリ溶液 116 の pH 値が 8 ~ 10 程度まで低下した際には、アルカリ溶液 116 を貯留する分割槽を分割槽 151 に切替え、上述した分割槽 150 を使用した場合と同様の動作が行われる。この場合には、分割槽 151 に対応するバルブ 155 が開かれる。さらに、分割槽 151 に貯留されるアルカリ溶液 116 の pH 値が 8 ~ 10 程度まで低下した際には、アルカリ溶液 116 を貯留する分割槽を分割槽 152 に切替え、上述した分割槽 150 を使用した場合と同様の動作が行われる。

【0051】

ここで、アルカリ溶液 116 を長期に使用すると亜硫酸イオンが蓄積する。例えば、分割槽 150 のアルカリ溶液 116 に含まれる亜硫酸イオンの濃度が重量濃度で 0.5 % に達した場合、分割槽 150 には、塩化カルシウムが添加され、亜硫酸イオンが亜硫酸カルシウムになって沈殿し、炭酸イオンが炭酸カルシウムになって沈殿する。残った水溶液は取り除かれ、新たなアルカリ溶液 116 がアルカリ溶液補給部 156 から供給される。

## 【0052】

なお、亜硫酸イオンの濃度は、分割槽150に設置されている計測用配管159aから分岐された配管を介して接続されたイオンクロマトグラフィ（図示しない）などのイオン濃度測定装置によって測定される。また、イオン濃度測定装置は、制御部12と電氣的に接続され、亜硫酸イオンの濃度の測定情報は、制御部12に出力される。

## 【0053】

上記したように、本発明の二酸化炭素回収システム1では、二酸化炭素は不溶性化合物として回収され、アルカリ溶液116は補給されるものの、再生されないで、アルカリ溶液116を再生するための熱エネルギーが不要となり、システムとしての熱効率を向上させることができる。しかも、大気汚染物質である硫黄酸化物をも回収することができる。

## 【0054】

また、本発明では、過大なエネルギーを使わずに、火力発電所や都市ごみ焼却場などから排出される大量の二酸化炭素を回収することができるので、地球温暖化防止に寄与することができる。また、炭酸ナトリウム以外にも、低廉な不純物入り炭酸ナトリウムを用いて、二酸化炭素を付加価値のある炭酸水素ナトリウムとして固定することができる。

## 【0055】

さらに、本発明では、二酸化炭素を吸収するアルカリ溶液は、廃棄処分される石炭灰などを用いて容易に製造されるので、製造コストが安価で、アルカリ溶液116を量産しやすく、連続的に大量のアルカリ溶液116を供給することができる。また、アルカリ溶液116を製造するために用いられた石炭灰などは、アルカリ成分の大部分が除去されているため、その後埋立て処分され、雨水などに晒されてもアルカリ成分の溶出は非常に少なく、環境に与える影響は非常に少ない。

## 【0056】

また、アルカリ湖の湖水などから製造された炭酸ナトリウムをアルカリ溶液116に用いる場合も、石炭灰などを用いた場合と同様に、製造コストが安価で、アルカリ溶液116を量産しやすく、連続的に大量のアルカリ溶液116を吸収塔などに供給することができる。また、炭酸ナトリウムは、本来自然界に存在するものであるもので、例えば、運搬中に漏洩しても環境に大きな影響を与えず、環境保全の観点から安全性を高めることができる。

## 【0057】

さらに、アルカリ成分を含む土壌から溶出されたアルカリ成分をアルカリ溶液116に用いる場合も、石炭灰などを用いた場合と同様に、製造コストが安価で、アルカリ溶液116を量産しやすく、連続的に大量のアルカリ溶液116を吸収塔10などに供給することができる。また、土壌から農耕の阻害となるアルカリ成分が除去されるため、砂漠の緑化などに寄与することができる。

## 【0058】

（第2の実施の形態）

図2は、本発明の第1の実施の形態の二酸化炭素回収システム1に、不溶性化合物180を加熱してアルカリ溶液116に再生させる再生塔20を付加した二酸化炭素回収システム2の概要図である。なお、第1の実施の形態の二酸化炭素回収システム1の構成と同一部分には同一符号を付して、重複する説明を省略する。

## 【0059】

再生塔20の上部には、アルカリ溶液116と二酸化炭素の反応性生物である不溶性化合物180の投入口181および二酸化炭素取出しライン182が設けられており、再生塔20の下部には、熱水が内部を循環し、再生塔20の内部の物質を加熱する熱水配管183が備えられている。ただし、再生塔20と循環用配管154a、154bとは連結されていない。また、再生塔20の底部には、アルカリ溶液補給部156と接続されたポンプ158およびバルブ155を備えたアルカリ溶液供給配管185が接続されている。さらに、再生塔20の底部には、フィルタ186が設けられ、このフィルタは、不溶性化合物180が通過できない程度の目の粗さを有している。

**【0060】**

また、図2に図示されていないが、各分割槽150、151、152の底部に堆積する不溶性化合物180を再生塔20に導くため、各分割槽150、151、152の底部と再生塔20との間には、例えば、ポンプおよびバルブが備えられた不溶性化合物供給配管が設置される。

**【0061】**

次に、二酸化炭素回収システム2の作用の一例について説明する。

**【0062】**

ペーハー計159からの信号に基づき、制御部12において、アルカリ溶液116のpH値が8～10の範囲にあると判定された場合には、捕集槽11の分割槽150から不溶性化合物供給配管（図示しない）を介して不溶性化合物180を含むアルカリ溶液116を再生塔20に供給する。このとき再生塔20の底部に設置されたアルカリ溶液供給配管185のバルブは開かれている。

**【0063】**

そして、再生塔20に供給された不溶性化合物180を含むアルカリ溶液116は、再生塔20の底部のフィルタ186によって、アルカリ溶液116と不溶性化合物180とが分離され、フィルタ186を通過したアルカリ溶液116は、再度、アルカリ溶液補給部156によって分割槽150に戻される。この際、アルカリ溶液供給配管185に設けられたポンプ158を作動させてもよい。

**【0064】**

そして、再生塔20内に少量のアルカリ溶液116が存在する状態で、アルカリ溶液供給配管185のバルブ155を閉じ、再生塔20への不溶性化合物180を含むアルカリ溶液116の供給を停止する。なお、ポンプ158が作動している場合には、ポンプ158も停止される。

**【0065】**

続いて、熱水配管183に熱水184が導かれる。例えば、アルカリ溶液116が炭酸ナトリウム水であり、不溶性化合物180が若干の水を含んだ炭酸水素ナトリウムである場合、熱水184の温度は70～90℃に設定される。

**【0066】**

不溶性化合物180（若干の水を含んだ炭酸水素ナトリウム）は、熱水184によって65℃以上になると二酸化炭素を放出し始め、二酸化炭素とアルカリ物質（炭酸ナトリウムと若干の水）とに分離される。再生したアルカリ物質は、所定量の水に溶け込んでアルカリ溶液116となり、アルカリ溶液供給配管185を介してアルカリ溶液補給部156に供給される。一方、再生塔20の中で放出された二酸化炭素は、二酸化炭素取出しライン182を介して捕集される。

**【0067】**

二酸化炭素回収システム2では、このようなアルカリ溶液116の再生と不溶性化合物180の析出とが繰り返し行われる。

**【0068】**

また、各分割槽150、151、152から再生塔20への不溶性化合物180の供給は、上記した方法に限られるものではなく、例えば、次のような方法によっても不溶性化合物180を各分割槽150、151、152から再生塔20に導くことができる。この場合には、再生塔20の底部に設けられたフィルタ186は不要となる。

**【0069】**

各分割槽150、151、152の底部と再生塔20との間にポンプおよびバルブが備えられた不溶性化合物供給配管（図示しない）を設ける。この不溶性化合物供給配管の所定の部分に、流れに対して表裏面を反転可能に設置されたフィルタ（図示しない）が設けられている。また、フィルタが設置された位置よりも再生塔20側には、不溶性化合物供給配管から分岐されたバルブを備える戻り配管（図示しない）が備えられ、その戻り配管は分岐され各分割槽150、151、152に設置される。

## 【0070】

この場合において、ペーハー計159からの信号に基づき、制御部12において、アルカリ溶液116のpH値が8～10の範囲にあると判定された場合には、捕集槽11の分割槽150から不溶性化合物供給配管を介して不溶性化合物180を含むアルカリ溶液116を再生塔20に供給する。

## 【0071】

各分割槽150、151、152の底部から再生塔20に不溶性化合物180を導く際、不溶性化合物180と共に、各分割槽150、151、152に存在するアルカリ溶液116も不溶性化合物供給配管内に導かれる。不溶性化合物180を含むアルカリ溶液116を不溶性化合物供給配管内に設けられたフィルタを通過させることで、不溶性化合物180とアルカリ溶液116とを分離する。そして、このフィルタを通過したアルカリ溶液116は、再び戻り配管を介して各分割槽150、151、152に戻される。なお、このときには、不溶性化合物供給配管における不溶性化合物供給配管の戻り配管の分岐部と再生塔20との間に設けられたバルブは閉じられている。

## 【0072】

一方、フィルタに採取された不溶性化合物180は、例えば、戻り配管に設けられたバルブを閉鎖し、フィルタの向きを反転させ、各分割槽150からのアルカリ溶液116をフィルタに流すことによって、そのアルカリ溶液116の流れと共に再生塔20に導かれる。

## 【0073】

なお、各分割槽150、151、152から不溶性化合物180を再生塔20に導く方法は、これに限るものではなく、不溶性化合物180を各分割槽150、151、152からすくい取り、それを再生塔20の上部に設けられた投入口181から再生塔20に供給するなどの方法を採用することもできる。

## 【0074】

上記したように、本発明の二酸化炭素回収システム2では、第1の実施の形態の二酸化炭素回収システム1と同様に、排ガス中の二酸化炭素を吸収することに加え、不溶性化合物180を瞬時に加熱する発電用ボイラのスチームなどを用いる必要がなく、廃熱を用いることができるので、システムとしての熱効率を向上させることができる。しかも、不溶性化合物180の析出と加熱を繰り返すことで、不溶性化合物180およびアルカリ溶液116の原料となるアルカリ物質を精製することができる。例えば、不純物入りの炭酸ナトリウムから純度の高い炭酸ナトリウムまたは炭酸水素ナトリウムを得ることができる。

## 【0075】

(実施例)

図3には、アルカリ溶液による二酸化炭素吸収率を測定した結果が示されている。

## 【0076】

この測定では、アルカリ溶液として炭酸ナトリウム水および炭酸カリウム水を用い、温度60℃のアルカリ溶液に二酸化炭素を吹き込んで、アルカリ溶液による二酸化炭素吸収率を測定した。

## 【0077】

その結果、重量濃度が33%の炭酸カリウム水の二酸化炭素回収率比を1とすると、重量濃度が9～22%の炭酸ナトリウム水の二酸化炭素回収率比は1以上となることがわかった。

## 【0078】

また、重量濃度が18%未満である炭酸カリウム水は、十分な二酸化炭素を吸収しても炭酸水素カリウムを析出しなかった。重量濃度が9%未満である炭酸ナトリウム水も炭酸水素ナトリウムを析出しなかったが、重量濃度が9%以上である炭酸ナトリウム水は、炭酸水素ナトリウムを析出した。

## 【0079】

本発明の二酸化炭素回収システム1、2のアルカリ溶液116は、アルカリ物質である

炭酸ナトリウムあるいは水酸化ナトリウムを水に溶かしたものであり、アルカリ溶液 116 の重量濃度が炭酸ナトリウム換算で 9 ~ 22 % に調整してある。このため、高濃度の炭酸カリウム水を用いた場合に比べて、二酸化炭素の回収率を高めることができる。

【0080】

また、不溶性化合物 180 (若干の水を含んだ炭酸水素ナトリウム) は、65℃以上になると二酸化炭素を放出し始めるが、吸収塔 10 の内部では、アルカリ溶液 116 の温度が 40 ~ 65℃に設定してあるため、アルカリ溶液 116 に溶解している炭酸水素ナトリウムあるいは析出した炭酸水素ナトリウムが二酸化炭素を放出することはない。換言すれば、吸収塔 10 の内部で一旦吸収された二酸化炭素は、吸収塔 10 の排気口 117 から大気中に排出されることなく、効率のよい二酸化炭素の回収を行うことができる。

【0081】

(その他の実施の形態)

図 1 および図 2 を参照して、本発明のその他の実施の形態を説明する。

本発明の二酸化炭素回収システム 1、2 は、吸収塔 10 と捕集槽 11 が別々に分かれていたが、吸収塔 10 の下部のアルカリ溶液貯留部 103 と捕集槽 11 を一体的に構成してもよい。この場合にも、二酸化炭素回収システム 1、2 と同様の作用および効果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0082】

【図 1】 本発明の第 1 の実施の形態の二酸化炭素回収システムを示す概要図。

【図 2】 本発明の第 2 の実施の形態の二酸化炭素回収システムを示す概要図。

【図 3】 アルカリ溶液による二酸化炭素吸収率を測定した結果を示す図。

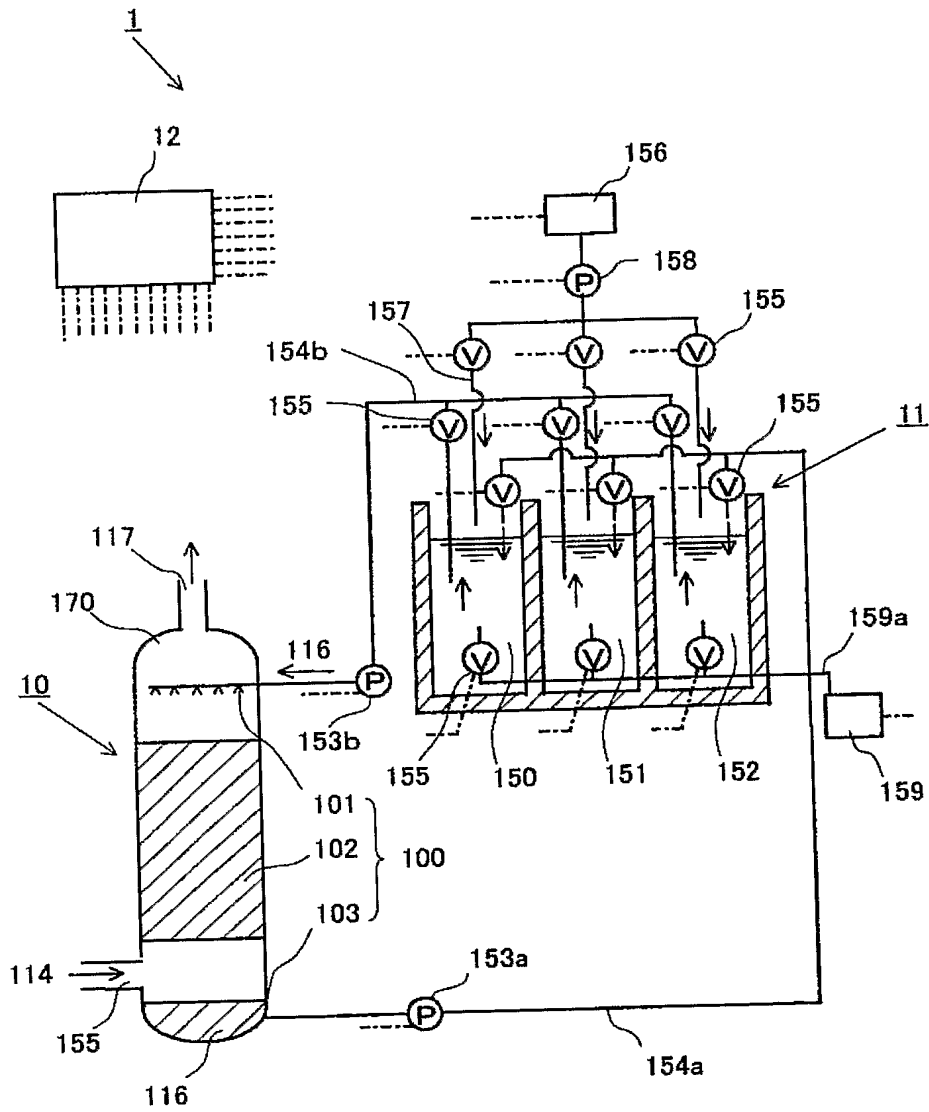
【図 4】 従来の二酸化炭素回収システムを示す概要図。

【符号の説明】

【0083】

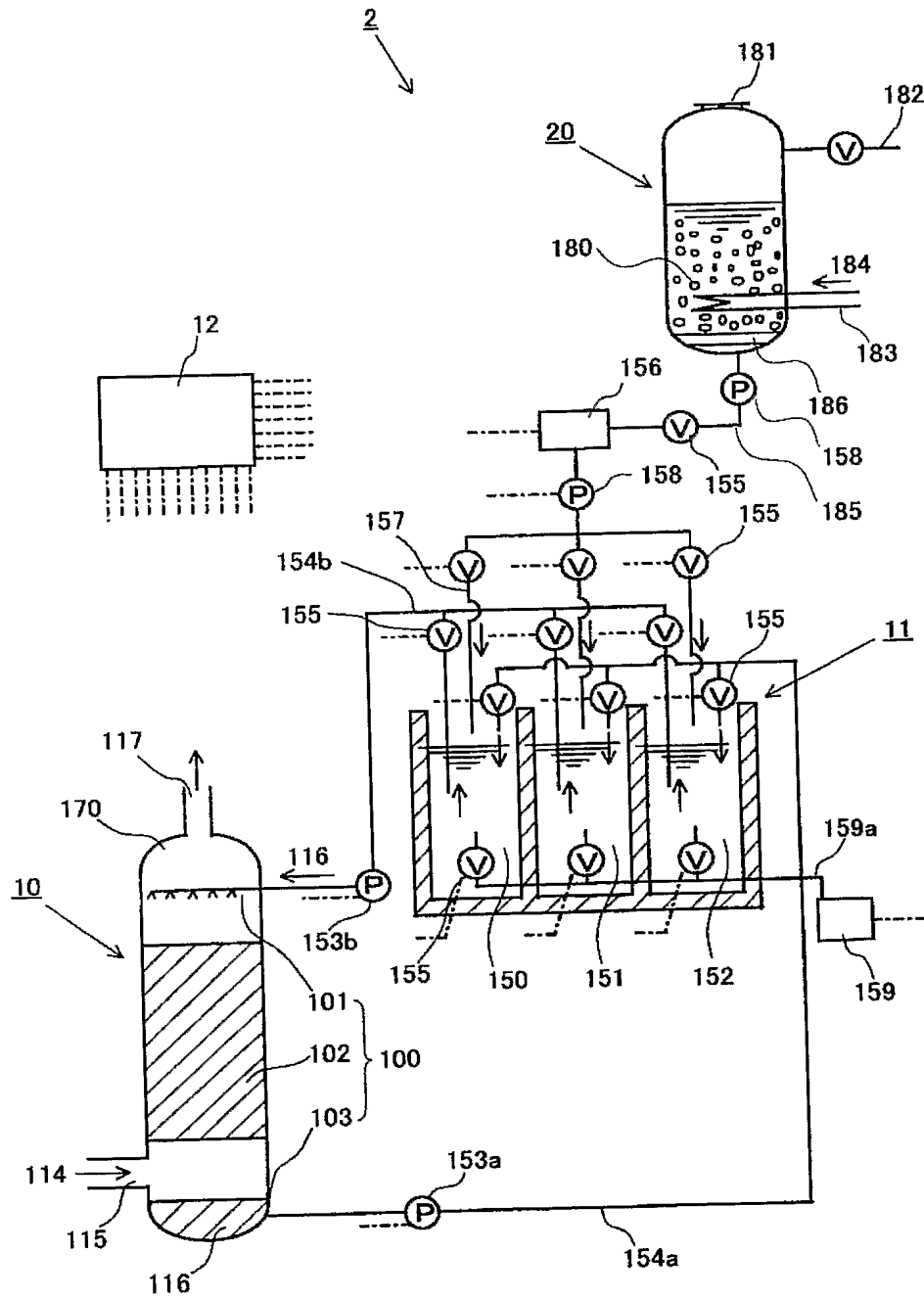
1 … 二酸化炭素回収システム、10 … 吸収塔、11 … 捕集槽、12 … 制御部、100 … 吸収部、101 … アルカリ溶液噴出部、102 … 充填材、103 … アルカリ溶液貯留部、114 … 排ガス、115 … 排ガス供給部、116 … アルカリ溶液、117 … 排気口、150、151、152 … 分割槽、153a、153b、158 … ポンプ、154a、154b … 循環用配管、155 … バルブ、156 … アルカリ溶液補給部、157 … アルカリ溶液注入配管、159 … ペーハー計、159a … 計測用配管。

【書類名】 図面  
【図 1】

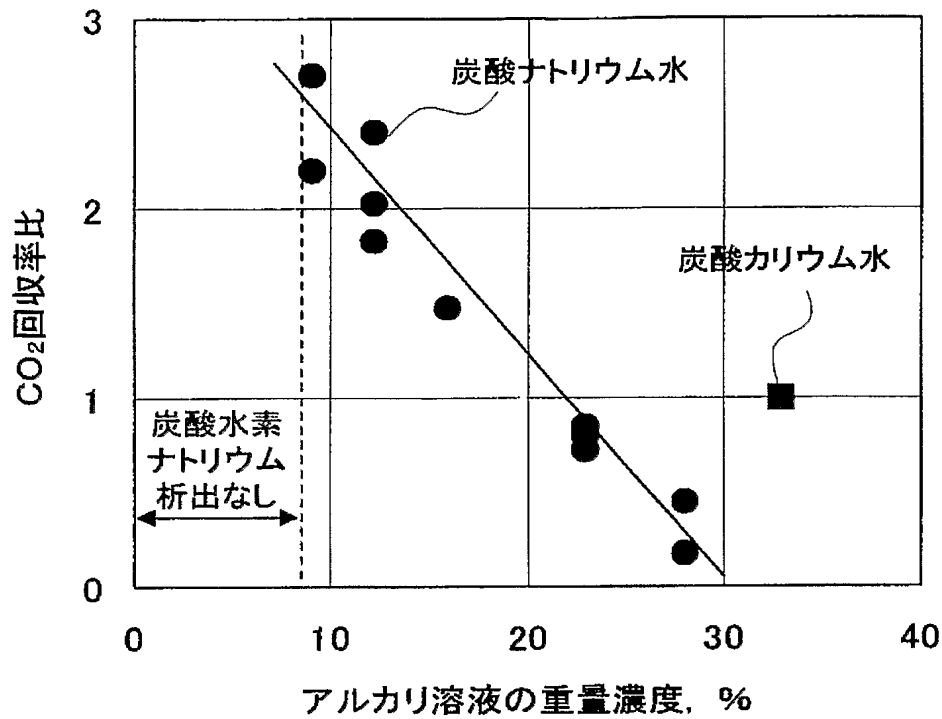




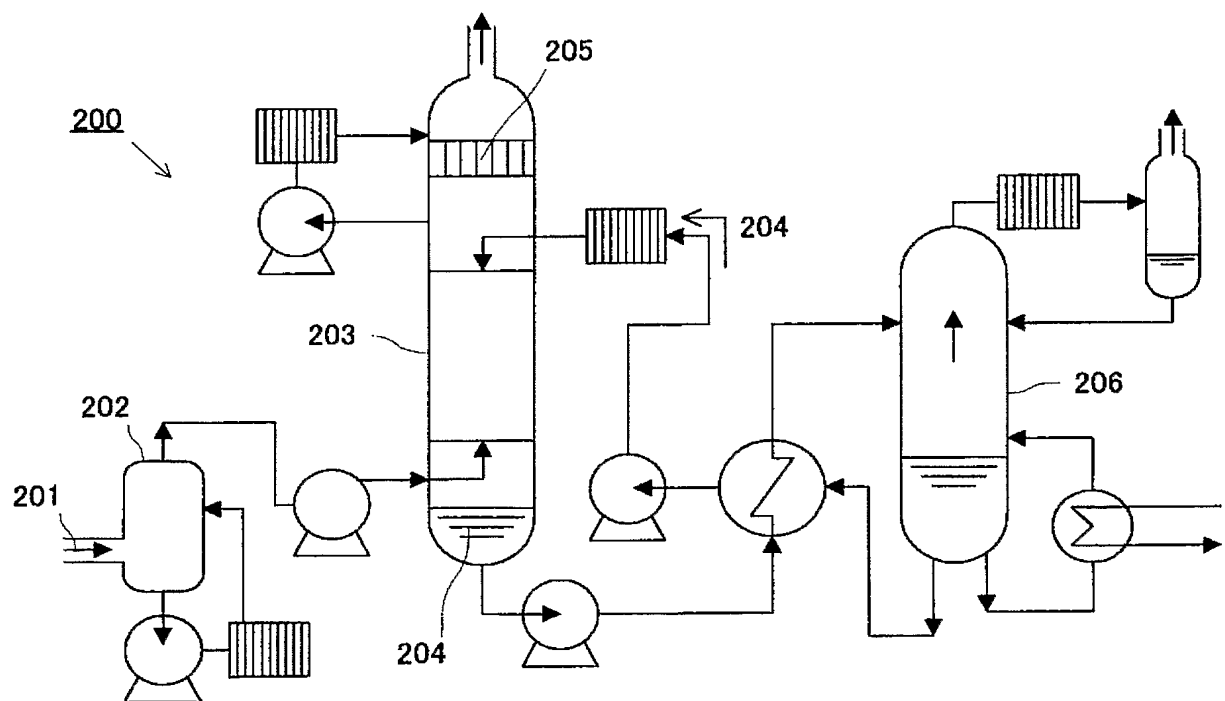
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 発電用ボイラのスチームを多量に用いずに、二酸化炭素を吸収したアルカリ溶液から二酸化炭素を取り出すことができ、排ガス中からの二酸化炭素の回収率を高くすることができる排ガス中の二酸化炭素の回収システムおよび回収方法を提供すること目的とする。

【解決手段】 アルカリ溶液噴出部 1 0 1 から噴出されたアルカリ溶液 1 1 6 は、充填材 1 0 2 中を下方から上方に流れる排ガス 1 1 4 と気液接触し、排ガス 1 1 4 に含まれる二酸化炭素を吸収する。その吸収された二酸化炭素を不溶性化合物として析出させ、その不溶性化合物を捕集槽 1 1 で回収する。また、不溶性化合物の生成に寄与しなかった捕集槽の特に上部にあるアルカリ溶液は、再度、循環用配管 1 5 4 b によりアルカリ溶液噴出部 1 0 1 に還流される。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 4 - 0 2 3 5 4 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 3 0 7 8 ]

1. 変更年月日

2 0 0 1 年 7 月 2 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号

氏 名

株式会社東芝